

# Kerststerren op het strand van Noordwijk

zeesterren met meer en minder armen dan gebruikelijk

Bram Langeveld, Natuurhistorisch Museum Rotterdam

## Massaal aangespoeld

Op Tweede Kerstdag 2024 was het landelijk nieuws (NOS, 2024): er waren langs de hele Nederlandse kust massaal zeesterren aangespoeld (Fig. 1). Zo'n rijk zeebanket biedt kans op allerlei bijzondere vondsten. Ik zocht die dag dus op het strand van Noordwijk samen met Trudy Langeveld tussen de massa Gewone zeesterren *Asterias rubens* naar bijzonderheden. Op die zeesterren sloeg ik niet echt acht. We vonden o.a. losse rugschildjes en diverse exemplaren van de Ovaalronde krab *Atelecyclus undecimdentatus*. Deze soort komt pas sinds 2017 voor in de Noordzee (Anemoon, 2017) en onze nieuwe vondsten vormden binnen het deltaperspectief van het collectiebeleid van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam een welkome aanvulling op de vier monsters die daar al in de collectie zaten (NMR993700213994: 2022, Noordwijk, schenking door Ellen van der Niet en NMR993700206209, 22 en 68: 2023, Katwijk, na zandsuppletie).



Figuur 1: Talloze Gewone zeesterren *Asterias rubens*, 26 december 2024, strand van Noordwijk (Duindamseslag). Foto: Trudy Langeveld.

## De Gewone zeester

De Gewone zeester is de bekendste en meest algemene zeester in de Noordzee. Het verspreidingsgebied is groter: in de noordoostelijke Atlantische Oceaan van IJsland tot Senegal en van het intergetijdengebied tot ruim 400 meter diepte. De dieren zijn lichtbruin, oranje of violet van kleur met vuilwit tot roomkleurige stekeltjes/knobbeltjes en zijn bleker aan de onderzijde. Ze leven op allerlei zeebodems, van rotsen tot fijn zand. Op harde ondergrond houden zeesterren zich goed vast met de talrijke buisvoetjes (een soort tentakeltjes met zuignapjes) die aan de onderzijde van de karakteristieke vijf armen zitten, maar op een zandige bodem kunnen ze dat niet. De exemplaren die aanspoelen op onze stranden zijn meestal hooguit 15-20 cm diameter, maar de soort kan groter worden. Gewone zeesterren zijn vraatzuchtige roofdieren die vrijwel alles eten, maar het bekendst zijn ze als predator van mossels. Vrijwel iedereen weet dat zeesterren met hun

krachtige buisvoetjes mossels open weten te forceren en dan hun maag uitstulpen om de weke delen van de mossel te omvatten. Zo verteren ze voedsel dat te groot is om in te slikken buiten hun lichaam. Maar zeesterren kunnen ook ingegraven schelpdieren opgraven en vangen ook snellere prooien (zoals zeepissebedden) als ze die toevallig raken met hun buisvoetjes; ze doen ook aan kannibalisme. Misschien gaat dat laatste soms per ongeluk: onderzoekers zagen dat bij een groter stuk aas met veel zeesterren daarop, sommige sterren elkaar begonnen te verteren, beginnend bij de uiteinden van de armen. Als er voldoende voedsel is, kunnen ze snel groeien: zelfs meer dan 1 cm per maand. Ze zijn dan ook binnen een jaar geslachtsrijp. Onder slechtere omstandigheden groeien ze langzamer en planten ze zich later voort.

Gewone zeesterren kunnen in hoge dichtheden voorkomen van meerdere exemplaren per vierkante meter zeebodem, ook kustnabij. Bij een sterke stroming boven een zandige bodem kunnen ze makkelijk verplaatst worden en aanspoelen (Mortensen, 1927; Vevers, 1949; Anger *et al.*, 1977; Aguera *et al.*, 2015). Nu had het niet echt hard gestormd, maar op 22 en 23 december 2024 was het behoorlijk onstuimig geweest en de dagen daarna was het juist rustig weer, zo blijkt uit de daggegevens van het KNMI. Op basis van de gegevens van Rijkswaterstaat Waterinfo lag de golfhoogte op de Noordzee op 22 en 23 december ruim boven de 3 meter, met uitschieters naar meer dan 4 meter. De rustige dagen erna lag die vaak ruim onder de meter. Die onstuimige zee moet de zeesterren hebben verplaatst naar de kust, terwijl het rustige weer daarna ze deed aanspoelen en vooral niet direct weer opruimde.

## Nieuwswaardig?

Echt nieuwswaardig is zo'n massaal aanspoelen van Gewone zeesterren niet, want het gebeurt min of meer jaarlijks, vooral in de winter na storm, wellicht al duizenden jaren lang. Toch halen die zeesterren regelmatig het nieuws. Zo schreef het Algemeen Handelsblad van "26 Februarij 1859" op pagina 2: "s Gravesande, 25 Febr. Weininge menschen heugt het, dat de zee zooveel zeesterren op het strand heeft gespoeld als in de laatste dagen. Onophoudelijk zijn de landlieden bezig om ze met volle wagenvrachten weg te halen en tot mest op de landerijen te gebruiken. Men gist, dat het stormachtige weder eene bank, met deze polypsoort bezet, heeft losgespoeld." En in Het Vaderland van 7 oktober 1904 (pagina 5): "Uit Scheveningen. Aan het strand ter hoogte van het Oranjehotel is hedenmorgen een aaneengesloten massa zeesterren, hier genoemd vijfvoeten, aangespoeld. Voerlieden waren ijverig bezig dit goedje dat als mest veel waarde heeft, bijeen te verzamelen en met wagens weg te rijden."

Zeesterren als mest verdient misschien enige toelichting. Pas sinds de Tweede Wereldoorlog wordt kunstmest op steeds grotere schaal toegepast in ons land. Eerder werd



het land niet alleen met dierlijke mest (zoals nu nog steeds), maar ook met allerlei andere materialen bemest. Bijvoorbeeld (zeevogel)guano, zeewier, bloed- en beendermeel, afval van de verwerking van huiden en leer, roet, visafval of garnalen (Davy, 1814). In de Landbouwcourant van 11 augustus 1853 (pagina 137) schreef B.W. Wittewaall zelfs: “Met noord- en oostenwind worden dikwerf veel Zeekwabben op strand te Katwijk geworpen, doch tot heden heeft men een bemesten met deze diersoort onnut bevonden.” Met ‘zeekwab’ werden kwallen (en anemonen) aangeduid: die zijn wat te waterig, denk ik. In het artikel “Zeesterren, vijfhoeken of sterretjes ter bemesting” gaf de Landbouwcourant van 8 april 1869 (pagina 53-54) een overzicht waaruit blijkt dat bemesting met opgeveste zeesterren in ieder geval al voor 1850 steeds meer toegepast werd (ook Harting (1875) gaf aan dat het algemeen gebruik was nabij de kust). Eerst rond Rijnsburg en Katwijk, later ook op Texel en zelfs in Utrecht. Vissers landden de zeesterren in het begin aan voor een klein zakcentje, maar al voor 1850 werd het commerciële aangepakt en vormden de zeesterren voor de vissers niet langer een vrijwel waardelose bijvangst of ergernis, maar een steeds belangrijker bron van inkomsten. Dat het al snel om aanzienlijke vangsten ging, blijkt bijvoorbeeld uit de Algemeene politieverordening voor ’s Gravenhage van 1860, waarin Artikel 163 tot en met 171 haarfijn uitleggen wanneer de opgeveste “zeestarrren of vijfvoeten” mogen worden gelost (in de zomer alleen ’s nachts), hoe ze moeten worden getransporteerd (in gesloten wagens en volgens vaste routes) en opgeslagen (alleen op afstand van de bebouwing) en wat de straffen zijn voor overtreding. En zelfs in de in 1920 geüpdatete verordening uit 1902 kregen zeesterren nog steeds ruime aandacht.

Geen wonder dat de massaal aangespoelde zeesterren in 1859 zo’n gretige aftrek vonden. Gratis van het strand te halen! Ook in België (Mulder, 1862), Frankrijk (Sobrado Correa, 2004), het Verenigd Koninkrijk (Buckland, 1847), Denemarken (Mortensen, 1927) en de Verenigde Staten (Lee, 1948) werden zeesterren op enige schaal als meststof toegepast. Toen de aan onze Gewone zeester verwante *Asterias amurensis* in 1992 als invasieve exoot bij Tasmanië ontdekt werd, werd succesvol onderzocht of de weggevangen zeesterren konden worden gecomposteerd en gebruikt in de landbouw (Line, 1994). Toen diezelfde soort na 2000 bij Hokkaido, Japan zo algemeen werd dat het een plaag werd, werden de weggevangen zeesterren ook daar gecomposteerd en werd die compost nader onderzocht. De compost bleek niet alleen vanwege de voedingsstoffen heel geschikt, maar ook bleken enkele typische stoffen die afkomstig waren uit de stofwisseling van de zeesterren een direct, stimulerend effect op de plantengroei te hebben (Ishii *et al.*, 2007).

Binnen Nederland werden de zeesterren voor de Tweede Wereldoorlog ook in Zeeland regelmatig gebruikt als mest. Ze werden daar opgevest ter bescherming van de mosselen oestercultuur en zo dienden die “vijfhoeken” toch nog een nut (Vijverberg, 1907). Er werd wetenschappelijk vastgesteld dat zeesterren een acceptabele stikstofwaarde en ook een redelijke kalkwaarde hebben en dus inderdaad waardevol zijn als meststof (Frens, 1945). Maar ze gingen in het Zeeuwse nog een stap verder: in *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen der rijkslandbouwproefstations* nummer 51 schreef Frens

(1945) dat de zeesterren tijdens de Tweede Wereldoorlog nog fanatieker werden weggevangen van de schelpdierbanken, omdat die schelpdierbanken nu van nog groter belang waren geworden. De kadaververwerking in Hansweert had in die tijd onvoldoende aanvoer en werd daarom ingezet om de zeesterren te verwerken tot een soort diermeel. Frens (1945) experimenteerde met dat zeesterrenmeel als diervoeder en kwam tot de conclusie dat het een redelijk alternatief was voor gewoon destructordiermeel, hoewel de varkens “aanvankelijk het rantsoen met zeesterrenmeel wat minder lekker vonden”. Onlangs is zeesterrenmeel opnieuw onder de aandacht gekomen: weer voor varkens (Sorensen & Nørgaard, 2016), maar ook als een mogelijk voeder in de biologische kippenhouderij. Het blijkt prima geschikt, maar bij een te hoge dosis ruiken de eieren “fishy”. Zeesterrenmeel (en mosselmeel) biedt een goede mogelijkheid om minder vismeel in het kippenvoer te gebruiken, wat een kans op verduurzaming voor deze sector is. En het levert ook nog eens minder stikstofuitstoot op (Afrose *et al.*, 2016)! Inmiddels is het bedrijf Danish Marine Protein opgericht dat zeesterrenmeel produceert. En in een van de jongste onderzoeken, bleken de dieren ook veelbelovend voor de winning van omega 3-vetzuren voor menselijke consumptie, die meestal uit vis gewonnen worden (Sorensen *et al.*, 2022).

#### Terug naar 2024

Hoewel het strand vol zeesterren dus niet echt uitzonderlijk is en men ze tegenwoordig niet meer met wagenladingen vol op het land gooit en (nog?) niet aan de varkens of de kippen voert, had de nieuwsredactie anno 2024 wellicht wat tegenwicht nodig voor de constante stroom triest nieuws uit Oost-Europa en het Midden-Oosten en bovendien moesten al die mensen op hun Kerststrandwandeling die zeesterren toch kunnen duiden. Ook diverse regionale (kustnabije) media besteedden aandacht aan de zeesterstrandiging. Een dag na het bericht van de NOS belde het AD Rotterdams Dagblad naar het Natuurhistorisch Museum Rotterdam over de zeesterren op het strand van Hoek van



Figuur 2: Gewone zeester *Asterias rubens*, 29 december 2024, strand van Noordwijk (Duindamseslag) met duidelijk zichtbaar kruipspoor. Foto: Trudy Langeveld.

Holland. Ik was vrij en op bezoek bij mijn oma, maar voor gratis reclame voor het museum schakel ik mijzelf graag 5 minuutjes weer in. Ik mocht namelijk mijn zegje doen over de zeesterren. Ik vertelde aan de telefoon dat dit aanspoelen geen reden tot paniek was en wel vaker gebeurde: bijzonder maar niet uitzonderlijk. En: 'Hoewel zielig voor de diertjes, voor de museumcollectie is het een buitenkans!' Ik vertelde enthousiast over onze Ovaalronde krabben, die warempel het nieuwsbericht nog haalden ook (De Bruin, 2024).

### Kruipende zeesterren

Op 28 december waren Trudy en ik dus weer op het strand van Noordwijk. Samen met de zeesterren, want die waren nog net zo talrijk en grotendeels nog hartstikke vers. Een aanzienlijk deel leefde nog, want sommige bewogen hun buisvoetjes. Sterker nog: het viel ons op dat een aantal zeesterren op het eind van een eigen kruipspoor lag (Fig. 2). Zeesterren glijden onder water langzaam over de zeebodem op de uiteinden van hun buisvoetjes, die als talloze beentjes fungeren. De zuignapjes aan het uiteinde van die buisvoetjes zijn daarbij niet nodig, behalve om te klimmen of vast te hechten aan een harde ondergrond. De armen zelf bewegen nauwelijks. Meestal leiden ze met een, twee of drie armen in de richting waarin ze bewegen, terwijl de andere armen meer naar de zijkant/naar achteren wijzen (Cole, 1913; Mortensen, 1927). Blijkbaar kunnen ze zich ook boven water, op het natte zand voortbewegen, al denk ik dat dat een stuk zwaarder is dan onder water. Er is best veel onderzoek gedaan of een zeester, ondanks zijn meerstralige symmetrie, toch een voor- en een achterkant heeft. Zeesterlarven zijn namelijk wel tweezijdig symmetrisch (net als wij) en pas bij de metamorfose naar de volwassen vorm ontstaat de meerstralige symmetrie. Dat onderzoek heeft tegenstrijdige resultaten opgeleverd. Sommige soorten hebben geen enkele voorkeur met welke arm ze leiden, andere soorten hebben die voorkeur wel (Reese, 1966; Meretta & Rezende Ventura, 2021). In twee nauw aan de Gewone zeester verwante soorten, namelijk *Asterias forbesi* (uit de noordwestelijke Atlantische Oceaan) en *Asterias amurensis* (uit het noorden van de Grote Oceaan), is wel zo'n voorkeur aangetoond. Ze bewegen zich het liefst met de arm links van de madreporiet als leidende arm; de arm rechts daarvan is iets minder populair, maar nog steeds vaker de leidende arm dan de andere armen (Cole, 1913; Ji *et al.*, 2012). De madreporiet of zeefplaat is een goed herkenbaar, vuilwit, kalkig plaatje dat iets uit het midden van het lichaam van de zeester zit. Via de madreporiet wordt het watervatenstelsel voorzien van zeewater. Met dat watervatenstelsel worden de buisvoetjes bediend (Mortensen, 1927).

Van Deinse (1951) vond in augustus 1930 op het Noordzeestrand bij Nes op Ameland tientallen zeesterren die nog opvallend levendig waren: ze kropen over het natte zand en lieten mooie kruipsporen achter. Hij observeerde dat ze met drie armen naar voren kropen en twee naar achteren en meer precies: dat de madreporiet tussen de twee naar achteren gelegen armen lag. De lijn van symmetrie is volgens hem dus gelijk aan die die door Cole (1913) en Ji *et al.* (2012) werd gevonden voor verwante soorten, maar de bewegingsrichting is omgekeerd!

Trudy fotografeerde op 28 en 29 december in totaal 12 exemplaren met een duidelijk kruipspoor. Die foto's heb ik vanwege deze tegenstrijdigheid nader bekeken. Wat betreft het aantal leidende armen: 5 exemplaren leidden met 1 arm, 6 exemplaren met 2 armen en 1 exemplaar met 3 armen. Op 11 foto's is de madreporiet goed zichtbaar. Bij geen van de exemplaren zat de madreporiet tussen de volgende (niet-leidende) armen. In 10 exemplaren was de arm direct links of rechts van de madreporiet (een van de leidende arm(en)); bij 1 exemplaar was dat niet het geval. Onze waarnemingen stroken dus niet met die van Van Deinse (1951) en passen bij die van Cole (1913) en Ji *et al.* (2012). Interessant om de volgende keer een nog grotere dataset bij elkaar te fotograferen.

### Opvallende zeesterren

Op 28 december bukte ik al snel als vanzelf om een zeester op te rapen en pas toen ik hem in mijn verkleumde handen had, realiseerde ik mij waarom: deze had zes armen. Dat is best opvallend, want ze horen er precies vijf te hebben. Exemplaren van de Gewone zeester met meer of minder dan vijf armen komen voor, maar zijn tamelijk zeldzaam. In de uitgebreide collectie van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam hebben we natuurlijk van die afwijkende zeesterren: ik had de gedroogde exemplaren in hun keurige lijstjes tentoongesteld in het Kabinet van Deinse voor de geest. Maar een aanvulling is natuurlijk altijd welkom... Bovendien vond ik op 30 mei 2014 een levende zevenarm van de Gewone zeester aan boord van een boomkorkotter tijdens een fossielenexpeditie op de Eurogeul, voor de haven van Rotterdam, maar die heb ik alleen gefotografeerd, niet verzameld (Fig. 3). Daar heb ik nog altijd spijt van; nu zag ik mijn kans om dat goed te maken!



Figuur 3: Zevenarm van Gewone zeester *Asterias rubens*, 30 mei 2014, opgevist uit het Eurogeulgebied voor de haven van Rotterdam.

Na die eerste zesarm, besloten we gericht naar meer- en minderarmige zeesterren uit te kijken. Op 28 december verzamelden we zo in ongeveer 3 uur zoeken op ca. 750 meter van het strand van de Duindamseslag (Noordwijk) in totaal 7 zes- en 4 zevenarmen. Het aantal (schijnbare) vierarmen en vijfarmen met een regenererende arm lag nog aanzienlijk hoger.



Het zeestersucces smaakte naar meer, dus op 29 december liepen we weer op hetzelfde stuk strand. Ditmaal was de oogst, naast een aantal vier-/regenererende vijfarmen: 4 zesarmen, 1 zevenarm en... 1 achtarm (Fig. 4)! De timing van het aanspoelen kwam mij wel goed uit, want



Figuur 4: Achtarm van Gewone zeester *Asterias rubens*, 29 december 2024, strand van Noordwijk (Duindamseslag) (NMR997400216055). Foto: Trudy Langeveld.

ik had nog een weekje vrij. Op 30 december bezochten we het strand van Katwijk, maar daar was op dat moment nauwelijks (meer) een ster te vinden. Dus fietsten we weer door naar Noordwijk. Ook daar was het nu wat minder. Ik moest nu een groter stuk strand afzoeken, maar vond naast de nodige vier-/regenererende vijfarmen toch nog 2 zesarmen. En... 1 negenarm (Fig. 5)!

Op 31 december waren we weer bij Noordwijk: 6 zesarmen en 1 zevenarm. Er waren nog steeds zeesterren in leven, maar veel exemplaren waren inmiddels dood en begonnen te vergaan. Onze grootste zesarm was duidelijk ook al een tijdje dood, maar na conservering op > 90% bio-ethanol van de bouwmarkt (iets anders had ik niet voor handen) is het toch nog een acceptabel object geworden, net als alle andere zeesterren die we verzamelden en zo in de keuken direct conserveerden. Een fraaie, tamelijk symmetrische drie-arm behoorde ook tot de oogst. Op een stormachtige Nieuwjaarsdag werd het nauwelijks laagwater en was ik dus veroordeeld tot de steeds verder overstuivende vloedlijn. Tot mijn eigen verbazing wist ik toch nog 3 (weliswaar al aardig slappe) zesarmen te vinden.

Op 2 januari was er nauwelijks meer een zeester te vinden. Het strand was door de storm van de dag ervoor schoongeveegd en ook de vloedlijn leverde nu niks meer op. Lager op het strand lag hier en daar wat aanspoelsel met af en toe nog een verdwaalde zeester. Daar hebben we toch nog maar twee verse vijfarmen, elk met een kleine regenererende arm verzameld; iets is beter dan niets.



Figuur 5: Negenarm van Gewone zeester *Asterias rubens*, onderaanzicht, 30 december 2024, strand van Noordwijk (Duindamseslag) (NMR997400216056).

Wel lagen er nu opvallend veel gewone slangsterren *Ophiura ophiura*. We vonden er zo'n 50, maar die waren helaas allemaal netjes vijfzijdig symmetrisch. Op 3 januari stond er een harde wind recht uit zee. Op het strand lag nauwelijks wat. We vonden 1 totaal verrotte vijfarm en zagen een meeuw met een vers exemplaar ervandoor gaan. Het zeesterfestijn was echt voorbij.



Figuur 6: Het tonnetje met bio-ethanol van de bouwmarkt raakte aardig vol met meer- en minderarmige Gewone zeesterren *Asterias rubens*.

### De balans opmaken

Het zeestertonnetje zat vol (Fig. 6; ik had al drie keer een liter bio-ethanol gehaald; de bouwmarkt lag gelukkig toch op de route) en daarnaast had ik nog de nodige potten met andere vondsten gevuld en schelpen en krabbenschildjes droog verzameld. Het werd wat veel om allemaal op de fiets vanaf mijn ouders mee naar het museum te nemen en

al dat gehobbel zou de geconserveerde vondsten ook geen goed doen, dus bracht ik het materiaal op 2 januari 's middags maar met de trein naar het Natuurhistorisch Museum Rotterdam. Daar maakte ik gelijk de zeesterbalans op. Ik verdeelde de zeesterren naar hun aantal armen. Elk aantal armen ging in een eigen pot. Ik vulde de potten met verse zuivere 85% ethanol. Normaal verdunnen we de 96% ethanol die we kopen zelf naar 70% met gedestilleerd water uit de mobiele luchtontvochtigers in de depots, maar in dit geval koos ik voor een wat hoger percentage omdat de zeesterren de > 90% bio-ethanol van de bouwmarkt gewend waren en dat wat hogere percentage ook geen kwaad kan.



Figuur 7: Minder- en meerarmige Gewone zeesterren *Asterias rubens*, 28-31 december 2024, strand van Noordwijk (Duindamseslag), steeds in 2 aanzichten (NMR997400216044, 45, 52, 54-56, 85). A Symmetrische drie-arm; B symmetrische vierarm; C, D symmetrische zesarm; E symmetrische vierarm waarvan een regenererend; F symmetrische zesarm waarvan een regenererend; G zevenarm; H achtarm; I negenarm. Schaalbalk is steeds 2 cm.

In totaal verzamelden we 1 min of meer symmetrische drie-arm, 28 min of meer symmetrische vierarmen en 5 vierarmen met drie even grote en een duidelijk kleinere (regenererende) arm, 24 zesarmen (waarvan 20 met echt zes losse armen en 4 met twee (deels) gefuseerde of gespleten armen), 6 zevenarmen, 1 achtarm en 1 negenarm (Fig. 7, 8). Deze oogst vertegenwoordigt zo'n 26 zoekuren. Dat geeft voor de drie- en zesarmen (vier- en regenererende vijfarmen verzamelden we niet systematisch) een redelijke indruk van de zeldzaamheid, die mij vooral voor zesarmen nogal meeviel. Giard (1877) schreef dat eigenlijk al: elke winter en lente spoelden er veel zeesterren aan op het strand van Wimereux en elk jaar verzamelde hij zesarmen. In 1880 vond hij op de rotsen daar zelfs een achtarm (Giard, 1888). Van Leeuwen (1924) schreef dat er op Tweede Kerstdag 1923 duizenden zeesterren waren angespoeld op het strand van Scheveningen. Aan de vloedlijn waren ze decimeters dik opgehoopt (zie ook Lagendijk, 1924) en: "Tal van

abnormale vormen bevonden zich hieronder, zoals zeesterren met vier en drie armen, en zelfs enkele met zes armen." Slager (1980) deed verslag van de vondsten op het strand van Katwijk na een storm in april 1980. Hij vond grote aantallen zeesterren en schreef: "De zeester met de zes armen was hierbij een bijzonderheid. (Natuurlijk had ik hem moeten meenemen)." Van Lente (1988) zocht na een massale zeesterstranding op het strand van Zandvoort naar afwijkende exemplaren en schreef: "Als grote verrassing vonden we opeens een zeester met zes even grote armen." Mortensen (1927) schreef over de Gewone zeester: "Abnormalities with 4 or 6, or even 7-8 (9), arms, and also such as have two- or three-branching arms, are not rare." Zeldzaam is een rekbaar begrip en voor vier- en zesarmen kan ik mij dus best vinden in 'not rare', maar zevenplusarmen vind ik toch best zeldzaam... Daar waar dat kwantitatief is onderzocht, zijn in populaties van diverse soorten vijfarmige zeesterren meestal minder dan een procent (of zelfs 0) vier- en zesarmen gevonden. Zevenarmen zijn nog veel zeldzamer (Bickell *et al.*, 2024). Op onze acht- en negenarm ben ik het trotst: het lijkt erop dat pas eenmaal eerder een negenarm in ons land is gevonden (Anemoon, 2008).

Tijdens mijn weekenddienst in het Natuurhistorisch Museum Rotterdam in het eerste weekend van januari gaf ik elk aantal armen en anderszins afwijkende exemplaren een eigen collectienummer (NMR997400216044 t/m 56 en 84 t/m 87), bekeek ik ze beter (zo ontdekte ik de vierde deels gefuseerde zesarm, die ik eerst bij de vijfarmen met een regenererende arm had gestopt) en las ik de zeesterarmenliteratuur die ik afgelopen week verzamelde nauwkeuriger.



Figuur 8: Afwijkingen bij Gewone zeester *Asterias rubens*, 28-31 december 2024/1 januari 2025, strand van Noordwijk (Duindamseslag), steeds in 2 aanzichten (NMR997400216053). A Met een volledig gefuseerd armpaar; B Met een volledig gefuseerd armpaar en een regenererende arm; C Met een regenererende arm met een gespleten uiteinde; D Met een deels (aan de basis) gefuseerd armpaar. Schaalbalk is steeds 2 cm.

### Meer en minder armen

De vijfstralige symmetrie is een van de belangrijkste kenmerken van alle (volwassen, post-larvale) stekelhuidigen, hoewel vooral binnen de zeesterren wel soorten daarvan afwijken: zij hebben hogere aantallen armen en niet per se een veelvoud van vijf. In de families Acanthasteridae en Heliasteridae worden zelfs extra armen tussengevoegd gedurende de groei (Hotchkiss, 1979). Maar bij de Gewone zeester horen dat er echt vijf te zijn. Maar hoe kan het dat sommige exemplaren van normaal vijfarmige soorten (zoals onze Gewone zeester) meer of



minder armen hebben? Lang werd gedacht dat er bij dergelijke exemplaren tijdens hun metamorfose van tweezijdig symmetrisch planktonlarfje naar babyzeester iets misging of dat er sprake was van zeldzame natuurlijke variatie van het aantal armen dat op dat moment ontstond. Dat zou veroorzaakt kunnen worden door afwijkingen in het DNA. Er is in een andere zeesterfamilie wat (zwak) bewijs voor overerfbaarheid van een hoger dan normaal aantal armen. Maar ook is aangetoond dat omgevingsfactoren (zoals zoutgehalte of temperatuur) van invloed kunnen zijn op het aantal armen dat ontwikkelt. Een andere hypothese was dat er iets misging bij het regenereren van verloren armen (Hotchkiss, 1979, 2000). Zeesterren (alle stekelhuidgen) zijn namelijk *tough guys*: als ze door een roofdier, boomkornet of andere oorzaak een of zelfs meer armen kwijtraken is er niet veel aan de hand. Natuurlijk verliezen ze daarmee wel hun investering van voedings- en bouwstoffen in die arm, maar meestal kunnen ze dat wel hebben (Lawrence, 2010). Ze sluiten de gapende wond vlug af en al snel de- of transdifferentiëren de cellen in de omgeving van de wond en cellen die daarop afkomen en beginnen ze te delen, zodat in de loop van de tijd een nieuwe arm met alle benodigde structuren (zoals spieren en zenuwen) ontstaat (Ben Khadra *et al.*, 2018). Meestal is na een maand al een minuscule nieuw armpje te zien (Ramsay *et al.*, 2001). Sterker nog: als het nodig is werpt een zeester een of meer armen af. Bijvoorbeeld bij een aanval van een roofdier, of bij infectie of ernstige verwonding van de arm. Dat proces heet autotomie. Het gebeurt bij de Gewone zeester op een bepaald punt in de arm, het autotomievlak, vlak bij het centrum van het lichaam en normaalgesproken groeit die afgeworpen arm keurig weer terug (Ramsay *et al.*, 2001; Wilkie, 2001). In veel populaties van de Gewone zeester mist zo'n 10% een arm, of is bezig die terug te groeien (Lawrence *et al.*, 1999). (Nog sterker: sommige soorten kunnen zich ongeslachtelijk voortplanten door in tweeën te delen, waarna bij elke halve zeester de ontbrekende helft teruggroeit. Enkele soorten (waaronder het genus *Linckia*) kunnen zelfs vanuit een deel van een losse arm een complete, nieuwe zeester teruggroeien. Bij de Gewone zeester gaat zo'n losse arm uiteindelijk dood (Hotchkiss, 2000).) Het bijzondere zeestergenezingsvermogen om naar wens van gedifferentieerde cellen weer een soort stamcellen te maken die vervolgens elk celtype kunnen worden, wordt in de geneeskunde intensief onderzocht: dat cellulaire proces moeten we beter begrijpen, want het kan in dat veld belangrijke toepassingen krijgen (Ferrario *et al.*, 2020).

Hotchkiss (1979) ontleedde 27 meer- en minderarmige zeesterren van diverse families en kwam tot een verrassende en sindsdien breed geaccepteerde conclusie. Hij stelde vast dat het uiterlijk opvallend misleidend is: in veel gevallen bleken aan de buitenzijde perfect symmetrische vier- en zesarmen van binnen een vijfzijdige symmetrie te vertonen. Dat maakte duidelijk dat fouten bij de regeneratie van armen (meer armen teruggroeien dan er verloren waren, of juist wel de wond genezen maar geen arm teruggroeien) de belangrijkste oorzaak is voor het ontstaan van die afwijkende aantallen armen (Hotchkiss, 1979).

In een andere vijfarmige soort zeester zijn de ecologische gevolgen van extra armen onderzocht: wie weet kunnen de

meerarmen efficiënter eten, zich beter vasthouden aan de ondergrond of zichzelf sneller oprichten als ze ondersteboven terecht komen. De onderzoekers ontdekten dat ze zich iets beter konden vasthouden, maar vonden geen echt overtuigende voordelen van die extra armen. Maar: ze vonden ook geen nadelen. Dat kan ervoor zorgen dat er bij zeesterren geen sterke natuurlijke selectie is op een nauwkeurig genezingsproces (Bickell *et al.*, 2024). Dat verklaart wellicht waarom we relatief veel zesarmen vonden.

Geen van onze 4 best bewaarde zevenarmen is echt perfect symmetrisch. De achtarm heeft zes armen van ongeveer gelijke lengte en twee armen die duidelijk een slag korter en slanker zijn. Ook bij de negenarm zijn twee (overigens niet naast elkaar gelegen) armen duidelijk kleiner dan de rest (en ook onderling verschillend). De asymmetrie vormt een sterke aanwijzing dat de meerarmigheid ook hier te maken heeft met een foutje in het genezingsproces. Onder de vier- en zesarmen zijn wel uitwendig symmetrische exemplaren, maar zoals Hotchkiss (1979) vaststelde kan de schijn bedriegen.

Het is opvallend dat onze meerarmen over het algemeen een slagje kleiner lijken dan de gemiddelde vijfarm waartussen ze op het strand lagen. We hebben helaas geen willekeurig monster vijfarmen verzameld, dus ik kan dat niet hardmaken. Dat is een verbeterpuntje voor de volgende keer. Een kleinere lichaamsgrootte van de meerarmen is niet onlogisch, want ze moeten hun energie en bouwstoffen over meer armen verdelen die bovendien hoogstwaarschijnlijk ook nog een inhaalslag moeten maken (want regenererend) (Lawrence, 2010). Echter, als het voedselaanbod maar ruim genoeg is, hoeft dit misschien niet per se zo te zijn. Het zou een interessant experiment zijn om de groei van meerarmige exemplaren te vergelijken met de groei van normale vijfarmen onder diverse omstandigheden.

Om onze meer- en minderarmige zeesterren beter te begrijpen, moet ik eigenlijk dus net als Hotchkiss (1979) de punten van de armen afknippen en de zeester halverwege de dikte van het lichaam opensnijden en zo halveren in een bovenste en onderste helft om te zien hoe de uitwendige schijnbare symmetrie zich verhoudt tot de inwendige. Is de madreporiet samengesteld? Lopen er meerdere steenkanalen vanaf? Waar zit de anus precies? Hoe lopen de spierknopen, gonaden, het watervatenstelsel en de zenuwen? Dat is werk voor ervaren zeesterontleders en bovendien best zonde van onze bijzondere sterren. Om de structuren echt goed te kunnen zien, moeten andere organen namelijk worden weg-/kapotgesneden. Voorlopig heb ik het materiaal maar veilig opgeborgen in het collectiedepot. Wie weet komt er nog eens een enthousiaste student langs voor wat non-destructief zeesterrenonderzoek met een CT-scanner.

### Aanvulling op...

De nieuwe aanwinsten vormen niet alleen een aanvulling op de eerdergenoemde tentoongestelde afwijkende exemplaren in het Kabinet van Deïnse, waaronder drie symmetrische zesarmen (en een vijfarm waarvan een arm gespleten is op ongeveer de helft van de lengte). Ik bekeek namelijk alle 219 Gewone zeesterren (31 monsters) die ik kon vinden in het depot van het Natuurhistorisch Museum



Rotterdam. Daarin vond ik nog twee meerarmen. B.Z. Salomé verzamelde op 10 mei 1948 een levende zesarm tussen de steenblokken van de zuidpier van IJmuiden. Het dier overleed enkele dagen later in een aquarium van het Zoölogisch Laboratorium te Amsterdam en bevindt zich nu gedroogd in de collectie (NMR997400000671) (Fig. 9A). J.W.F. Reumer verzamelde tijdens de Kor en Bottocht op de Oosterschelde op 6 september 1997 een zesarm, waarvan een arm ook nog gespleten is (NMR997400000803) (Fig. 9B).

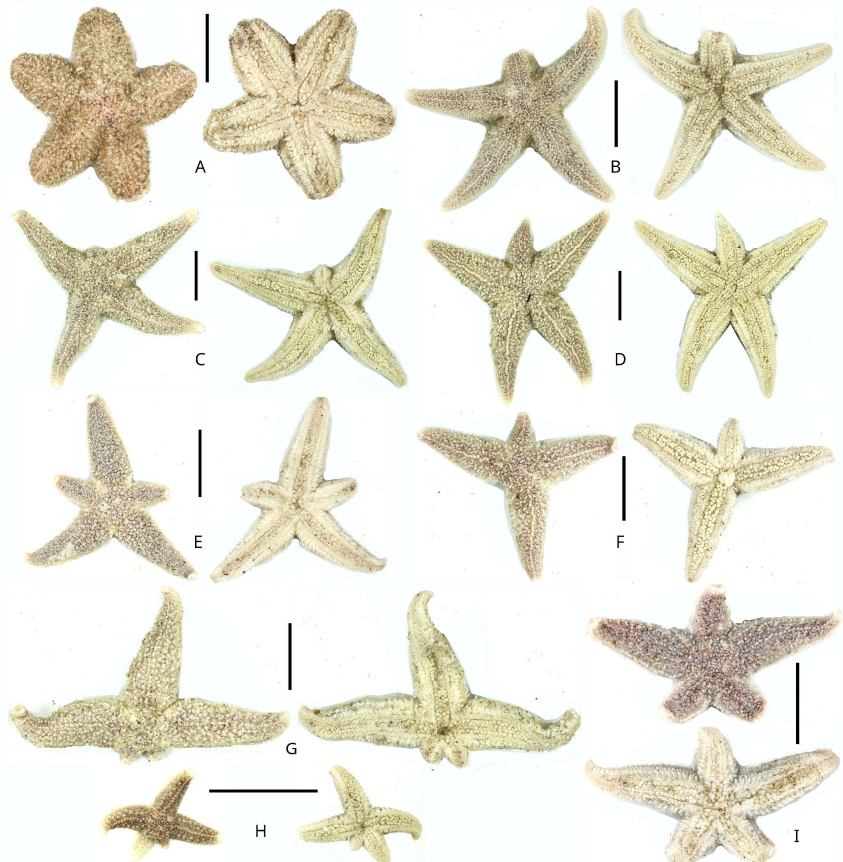


Figuur 9: Afwijkingen bij Gewone zeester *Asterias rubens*. A Symmetrische zesarm, 10 mei 1948, IJmuiden, leg. B.Z. Salomé (NMR997400000671); B Zesarm met een gespleten arm, 6 september 1997, Oosterschelde, leg. J.W.F. Reumer (NMR997400000803); C Komeetvorm van vijfarm, 16 november 1993, Hoek van Holland, leg. J.A.W. Lucas (NMR997400000503). Schaalbalk is steeds 2 cm.

verder van het lichaam vandaan gebroken en genezen/regenererende arm; 11 vijfarmen met twee regenererende (en in 2 exemplaren twee missende, maar nog niet regenererende) armen; 1 vijfarm met nog drie armen over, een regenererende arm en een lege plek; 1 vijfarm met drie regenererende armen. We zochten naarstig naar een vijfarm met slechts één arm over en vier regenererende armen. Zo'n komeetvorm is van bijzondere schoonheid. Helaas vonden we er niet een. Van Lente (1988) wist in 1988 op het strand van Zandvoort wel zo'n komeet te vinden. Uitermate zeldzaam blijktbaar, of lastig te herkennen in de massa zeesterarmen. Toen ik de museumcollectie doorzocht, vond ik toch nog een komeet: op 16 november 1993 verzamelde J.A.W. Lucas er een op het strand van Hoek van Holland (NMR997400000503) (Fig. 9C). Bij het teruggroeien van een arm groeit eerst het uiterste puntje opnieuw en daarna wordt er steeds tussen dat nieuwe puntje en het bestaande lichaam nieuwe arm gevormd, totdat de arm weer net zo groot is als de andere armen (Ben Khadra *et al.*, 2018). Als dat proces net begonnen is, heeft de zeester dus een heel klein en mooi gevormd puntje als arm. We hebben daarvan een aardige groeireeks bij elkaar gevonden. Sommige vijfarmen waren meerdere armen kwijt. Het record is een zeester die nog maar twee grote armen had, en drie kleintjes van gelijke grootte. Dit lijkt een pechvogel die kort na elkaar drie armen verloor of meer waarschijnlijk: moest afwerpen. Vrijwel alle regenererende sterren die we vonden,

### Ook vijfarmen en andere vondsten

We verzamelden op 28 december ook veel vijfarmen, maar dan specifiek babysterren, met een diameter van ongeveer 2-3 cm of nog minder. Die ukkies zijn wellicht van de broedval van afgelopen zomer. Ze vormen een mooie aanvulling op de monsters die al in de collectie stonden en vooral grotere exemplaren betreffen, hoewel we daarmee niet konden tippen aan monster NMR997400000523: sterretjes van minder dan een centimeter, op 9 juli 1997 verzameld door J.A.W. Lucas op Ameland. Op 30 december vonden we een opvallende vijfarm met heel korte armen (Fig. 10A). Het lijken haast stompjes. Dit exemplaar vind ik lastig te interpreteren, maar de armen lijken toch wel echt compleet, doch zeer gedrongen. Bij nadere bestudering zag ik namelijk dat de armen niet echt stomp of afgekapt eindigen. De ambulacralen met buisvoetjes lopen door tot het eind van de armen en de buisvoetjes zijn daar ook kleiner dan de meer aan de basis van de armen gelegen buisvoetjes. Hier mag een echte kenner zich nog eens in verdiepen. We verzamelden ook een aardig monster vijfarmen waarvan een of meer regenererende armen (Fig. 10B-I): 24 vijfarmen die nog 4 armen over hadden, overwegend wel de wond gesloten hadden, maar (nog) geen regeneratie vertoonden; 24 vijfarmen met een vanaf het lichaam regenererende arm en 6 vijfarmen met een



Figuur 10: Afwijkingen bij vijfarmige Gewone zeesterren *Asterias rubens*, 28-31 december 2024, strand van Noordwijk (Duindamseslag), steeds in 2 aanzichten (NMR997400216046, 48, 49, 50, 51, 86, 87). A Opvallend gedrongen exemplaar; B Met een genezen onregelmatige breuk in een arm; C, D Met een regenererende arm; E, G, H Met twee regenererende armen; F Met een regenererende arm en een lege plek; I Met drie regenererende armen. Schaalbalk is steeds 2 cm.



regeneerden hun arm namelijk vrijwel vanaf de basis. Dat is vanaf het autotomievlak en dat wijst erop dat deze zeesterren een of meer armen bewust hebben afgeworpen (Wilkie, 2001). Slechts 6 exemplaren hebben een duidelijke stomp van een arm van normale grootte. Die arm is verder weg van het lichaam en soms scheef gebroken. Dat is mogelijk het gevolg van een roofdier die een stuk arm afbrak/-beet/-scheurde of -knipte of bijvoorbeeld vistuig dat de zeester beschadigde (Ramsay *et al.*, 2001).

Andere noemenswaardige vondsten, naast het al genoemde materiaal van de Ovaalronde krab, van Noordwijk van 26-12 t/m 3-1 zijn: een levend aangespoelde Grote strandschelp *Maetra stultorum cinerea* met een ernstige, complexe groeiwijking (NMR993000216067); een ernstig versleten huisje van een Stompe moerasslak *Viviparus viviparus* begroeid met Ruwe zeerasp *Hydractinia echinata* (NMR993000216070); 4 verse doubletten van de Filipijnse tapijtschelp *Ruditapes philippinarum* (NMR993000216072) en een fossiel (Eemien) exemplaar van de Eierschelp *Gastrana fragilis* (NMR993000216080). De moerasslak is een zoetwaterslak. Het huisje moet via rivierafvoer in zee terecht zijn gekomen en heeft daar een tijd op de bodem gelegen, want Ruwe zeerasp groeit alleen in zee. Een interessant stukje tafonomie. De Filipijnse tapijtschelp is een exoot die bezig is aan een opmars in de Noordzee (Anemoon, 2025). De Eierschelp ken ik als een tamelijk zeldzaam fossiel; toen ik als kind op het strand van Noordwijk zocht, vond ik daar eigenlijk nooit Eemfossielen, maar de talloze zandsuppleties in het gebied hebben daarin blijkbaar verandering gebracht.

## Volgende keer

De volgende keer dat het massaal aanspoelen van zeesterren het nieuws haalt en het museum gevraagd wordt om een toelichting, zal ik niet weer wat neuzelen over zeldzame krabben die ertussen liggen. Nee, dan maak ik er een prijsvraag van: een jaar lang gratis toegang tot het Natuurhistorisch Museum Rotterdam voor elke schenker van een zeester met tien of meer armen!

Bram Langeveld, Natuurhistorisch Museum Rotterdam;  
langeveld@hetnatuurhistorisch.nl

## Bronnen

Afrose, S., M. Hammershoj, J.V. Norgaard, R.M. Engberg & S. Steinfeldt, 2016. Influence of blue mussel (*Mytilus edulis*) and starfish (*Asterias rubens*) meals on production performance, egg quality and apparent total tract digestibility of nutrients of laying hens. *Animal Feed Science and Technology* 213: 108-117.

Aguera, A., J. van de Koppel, J.M. Jansen, A.C. Smaal & T.J. Bouma, 2015. Beyond food: a foundation species facilitates its own predator. *Oikos* 124: 1367-1373.

Anemoon, 2008. Gewone zeesterren met 5, 6, 7 en zelfs 9 armen. [naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=15677](http://naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=15677).

Anemoon, 2017. Ovaalronde krabben bereiken Nederlandse kust. [naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=23231](http://naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=23231).

Anemoon, 2025. Filipijnse tapijtschelp. [anemoon.org/soorteninformatie/categoryid/2/soortid/258](http://anemoon.org/soorteninformatie/categoryid/2/soortid/258)

Anger, K., U. Rogal, G. Schriever & C. Valentin, 1977. In-situ investigations on the echinoderm *Asterias rubens* as a predator of soft-bottom communities in the western Baltic Sea. *Helgolander wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 29: 439-459.

Ben Khadra, Y., M. Sugni, C. Ferrario, F. Bonasoro, P. Oliveri, P. Martinez & M.D. Candia Carnevali, 2018. Regeneration in Stellate Echinoderms: Crinoidea, Asteroidea and Ophiuroidea. In: Kloc, M. & J. Kubiak (red.). *Marine Organisms as Model Systems in Biology and Medicine*. Springer, Cham: 285-320.

Bickell, A.L., E.G. Lim, P. Amos, Q. Anderson, D. Currie-Olsen, S.R. Gray, A. Hann, J. Lambe, C. McKinnon, S.E. Sproule & I.M. Côté, 2024. Ecological consequences of supernumerary arms in eastern Pacific sea stars. *Marine Ecology Progress Series* 739: 147-155.

Bruin, S. de, 2024. Strand van Hoek van Holland ligt vol met aangespoelde zeesterren: 'Dit is bijzonder'. [ad.nl/rotterdam/strand-van-hoek-van-holland-ligt-vol-met-aangespoelde-zeesterren-dit-is-bijzonder~a9fd68f6/](http://ad.nl/rotterdam/strand-van-hoek-van-holland-ligt-vol-met-aangespoelde-zeesterren-dit-is-bijzonder~a9fd68f6/).

Buckland, G., 1847. Over den landbouw in het Graafschap Kent. *De vriend van den landman* 11: 218-313.

Cole, L.J., 1913. Direction of locomotion of the starfish (*Asterias forbesi*). *The Journal of Experimental Zoology* 14: 1-32.

Davy, H., 1814. *Elements of Agricultural Chemistry, in a course of lectures for the Board of Agriculture*. Longman etc., Londen (tweede editie).

Deinse, A.B. van, 1951. Zeester-kruipsporen. *De Levende Natuur* 54-4: 64-65.

Ferrario C., M. Sugni, I.M.L. Somorjai & L. Ballarin, 2020. Beyond Adult Stem Cells: Dedifferentiation as a Unifying Mechanism Underlying Regeneration in Invertebrate Deuterostomes. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* 20: 587320, doi: 10.3389/fcell.2020.587320.

Frens, A.M., 1945. Zeesterrenmeel als eiwitvoeder. *Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen der rijkslandbouwproefstations* 51: 59-74.

Giard, A., 1877. Sur certaines monstruosités de l'*Asteracanthion rubens*. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 85: 973-974.

Giard, A., 1888. Sur une monstruosité octoradiale de l'*Asterias rubens*. *Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de biologie* 40: 275-276.

Harting, P., 1875. Hoe zorgen wij het best voor onze dooden? *Album der Natuur* 24: 161-183.

Hotchkiss, F.H.C., 1979. Case Studies in the Teratology of Starfish. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 131: 139-157.

Hotchkiss, F.H.C., 2000. On the Number of Rays in Starfish. *American Zoologist* 40: 340-354.

Ishii, T., T. Okino, Y. Mino, H. Tamiya & F. Matsuda, 2007. Plant-growth regulators from common starfish (*Asterias amurensis* Lutken) waste. *Plant Growth Regulation* 52: 131-139.

Ji, C., L. Wu, W. Zhao, S. Wang & J. Lv, 2012. Echinoderms Have Bilateral Tendencies. *PLoS ONE* 7: e28978, doi: 10.1371/journal.pone.0028978.

Lagdijk, W., 1924. Een winterexcursie langs het strand. *De Levende Natuur* 28: 383-384.



- Lawrence, J.M., 2010. Energetic Costs of Loss and Regeneration of Arms in Stellate Echinoderms. *Integrative and Comparative Biology* 50: 506-514.
- Lawrence, J.M., M. Byrne, L. Harris, B. Keegan, S. Freeman & B.C. Cowell, 1999. Sublethal arm loss in *Asterias amurensis*, *A. rubens*, *A. vulgaris* and *A. forbesi* (Echinodermata: Asteroidea). *Vie et Milieu* 49: 69-73.
- Lee, C.F., 1948. Technological studies of the starfish part V. Starfish as fertilizer. *Commercial Fisheries Review* 10: 11-16.
- Leeuwen, J.A. van, 1924. Strandwandelingen te Scheveningen. *De Levende Natuur* 29: 28-30.
- Lente, I. van, 1988. Afwijkende zeesterren. *Het Zeepaard* 48: 154-155.
- Line, M.A., 1994. Recycling of seastar (*Asterias amurensis*) waste by composting. *Bioresource Technology* 49: 227-229.
- Meretta, P. & C.R. Rezende Ventura, 2021. Locomotion and righting behavior of sea stars: a study case on the bat star *Asterina stellifera* (Asterinidae). *Revista de Biología Tropical* 69: 501-513.
- Mortensen, Th., 1927. *Handbook of the echinoderms of the British Isles*. Oxford university Press, Londen.
- Mulder, L., 1862. Zeesterren als mest. *De Boeren-Goudmijn* 8: 94.
- NOS, 2024. Zeesterren spoelen aan op Nederlandse stranden. [nos.nl/artikel/2549673](https://nos.nl/artikel/2549673).
- Ramsay, K., M. Bergmann, L.O. Veale, C.A. Richardson, M.J. Kaiser, S.J. Vize & S.W. Feist, 2001. Damage, autotomy and arm regeneration in starfish caught by towed demersal fishing gears. *Marine Biology* 138: 527-536.
- Reese, E.S., 1966. The Complex Behavior of Echinoderms. In: Booloootian, R.A. (red.). *Physiology of Echinodermata*. Interscience Publishers, New York/Londen/Sydney: 157-218.
- Slager, G., 1980. Het strand na de storm. *Het Zeepaard* 40: 76-77.
- Sobrado Correa, H., 2004. La fertilisation des terres dans la Galice de l'Ancien Régime (XVII<sup>e</sup>-XIX<sup>e</sup> siècle). *Histoire et Sociétés Rurales* 21: 39-72.
- Sorensen, P. & J.V. Nørgaard, 2016. Starfish (*Asterias rubens*) as feed ingredient for piglets. *Animal Feed Science and Technology* 211: 181-188.
- Sorensen, A.M., A.T. Getachew & C. Jacobsen, 2022. Starfish (*Asterias rubens*) as a New Source of Marine Lipids: Effect of Season, Size and Oil Extraction Methods. *Foods* 11(19): 2998, doi: 10.3390/foods11192998.
- Vevers, H.G., 1949. The Biology of *Asterias rubens* L.: Growth and Reproduction. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 28: 165-187.
- Vijverberg, J., 1907. Zeesterren of vijfvoeten. *De Levende Natuur* 12: 78-79.
- Wilkie, I.C., 2001. Autotomy as a Prelude to Regeneration in Echinoderms. *Microscopy Research and Technique* 55: 369-396.



Gewone zeesterren *Asterias rubens*, 30 december 2024, strand van Noordwijk (Duindamseslag).

